

대한민국 특허청
KOREAN INDUSTRIAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

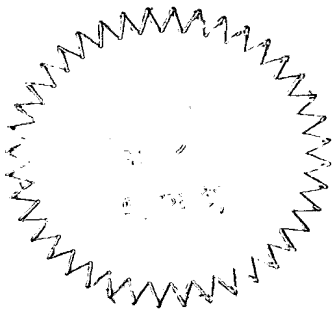
This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Industrial
Property Office.

출원 번호 : 특허출원 2000년 제 63401 호
Application Number

출원 년 월 일 : 2000년 10월 27일
Date of Application

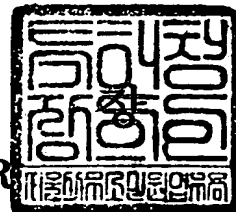
출원인 : 한국과학기술연구원
Applicant(s)

2000 년 11 월 22 일



특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2000.10.27
【발명의 명칭】	컬러정보를 사용한 영상 추적방법
【발명의 영문명칭】	Visual Tracking Method by Color Information
【출원인】	
【명칭】	한국과학기술연구원
【출원인코드】	3-1998-007751-8
【대리인】	
【성명】	이종일
【대리인코드】	9-1998-000471-4
【포괄위임등록번호】	1999-016276-5
【대리인】	
【성명】	조희연
【대리인코드】	9-2000-000220-0
【포괄위임등록번호】	2000-039232-5
【발명자】	
【성명의 국문표기】	유범재
【성명의 영문표기】	YOU, Bum Jae
【주민등록번호】	630312-1000114
【우편번호】	139-220
【주소】	서울특별시 노원구 중계동 366 라이프아파트 109동 1207호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	오상록
【성명의 영문표기】	OH, Sang Rok
【주민등록번호】	580607-1067021
【우편번호】	138-740
【주소】	서울특별시 송파구 오금동 44 현대@ 23동 804호
【국적】	KR

【발명자】**【성명의 국문표기】**

이용범

【성명의 영문표기】

LEE, Yong Beom

【주민등록번호】

760809-1122318

【우편번호】

137-767

【주소】

서울특별시 서초구 반포2동 2번지 1호 한신1차@ 7동 406호

【국적】

KR

【신규성주장】**【공개형태】**

학술단체 서면발표

【공개일자】

2000.07.20

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
 이종일 (인) 대리인
 조희연 (인)

【수수료】**【기본출원료】**

15 면 29,000 원

【가산출원료】

0 면 0 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

4 항 237,000 원

【합계】

266,000 원

【감면사유】

정부출연연구기관

【감면후 수수료】

133,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통 2.신규성(출원시의 특례)규정을 적용받기 위한 증명서류_1통[학술단체 서면발표물 사본]

【요약서】**【요약】**

본 발명은 컬러정보를 사용한 영상 추적방법에 관한 것으로서, 더 상세하게는 방송국 등에서 주요 영상부분의 수정 녹화, 무인 감시 시스템에서의 사람 얼굴 추적, 통신망을 통한 원격회의 혹은 원격대화 등에서의 화자 추적, 보안을 위한 얼굴 인식시스템에서의 얼굴 영역 설정, 특정 목표물 추적 등 다양한 분야에서 사용할 수 있는 컬러정보를 사용한 목표물 영상 추적방법에 관한 것이다.

본 발명은 목표물의 삼차원 컬러 모델링 단계, 최초 목표물을 감지하기 위한 목표물 감지 단계, 영상 추적을 반복하는 영상추적 단계로 구성된다.

본 발명에 의하면, 조명의 불규칙적인 변화 및 급작스런 변화에 강인하도록 카메라에서 사용한 촬상 소자(CCD 혹은 CMOS)의 특성을 분석하고 그 결과를 스플라인 커브(B-Spline Curve)로 모델링 함으로써 실시간 영상 추적이 가능하고 빠른 목표물의 이동에 적응할 수 있는 효과가 있다.

【대표도】

도 1

【색인어】

스플라인 커브를 이용한 삼차원 컬러 모델링, 컬러기반 영상추적, 불균일한 조명변화, 실시간 목표물 추적, 움직임 예측기.

【명세서】**【발명의 명칭】**

컬러정보를 사용한 영상 추적방법 {Visual Tracking Method by Color Information}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 따른 영상 추적방법의 개념도이다.

도 2는 본 발명에 의해 모델링된 밝기값에 대한 색상의 평균 그래프이다.

도 3은 본 발명에 의해 모델링된 밝기값에 대한 색상의 교준편차 그래프이다.

도 4는 본 발명에 의해 모델링된 밝기값에 대한 채도의 평균 그래프이다.

도 5는 본 발명에 의해 모델링된 밝기값에 대한 채도의 표준편차 그래프이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

S100 : 삼차원 컬러 모델링 단계

S200 : 목표물 감지 단계

S300 : 영상추적 단계

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<10> 본 발명은 컬러정보를 사용한 영상 추적방법에 관한 것으로서, 더 상세하게는 방송국 등에서 주요 영상부분의 수정 녹화, 무인 감시 시스템에서의 사람 얼굴 추적, 통신망을 통한 원격회의 혹은 원격대화 등에서의 화자 추적, 보안을 위한 얼굴 인식시스템에서의 얼굴 영역 설정, 특정 목표물 추적 등 다양한 분야에서 사용할 수 있는 컬러정보를

사용한 목표물 영상 추적방법에 관한 것이다.

<11> 컬러정보를 사용한 영상 추적기술은 방송, 무인 감시 시스템, 보안 시스템, 통신망을 통한 원격 회의, 무인 비행체의 제어, 무인 도킹(Docking) 시스템 등 다양한 응용분야에서 특정 컬러를 갖는 목표물을 추적하거나 인식해야하는 필요성이 증가하고 있으며, 인간이 시각 정보를 통하여 많은 정보를 얻는 것을 고려할 때 미래에는 더욱 넓은 응용분야가 도출될 전망이다.

<12> 종래의 컬러정보를 사용한 영상 추적기술은 목표물의 컬러를 정규화(Normalization)된 R(ed)-G(reen)-B(lue) 공간 혹은 H(ue)-S(aturation)-I(ntensity) 공간 등과 같은 조명 변화에 다소 강인하다고 알려진 컬러 모델들을 사용하여 구축되었다.

<13> 그러나, 이러한 컬러 모델들은 목표물의 균일한 조명 변화에는 잘 적응하지만 조명과 목표물간의 각도 변화에 따른 목표물의 불규칙적인 밝기 변화 혹은 급작스런 밝기 변화에는 적용되지 못하는 한계점을 가지고 있다.

<14> 예를 들어, 천장에 형광등이 일정간격으로 설치된 복도를 한 사람이 걸어가는 경우 형광등과 사람의 상대적인 위치가 계속 변화하기 때문에 사람 얼굴의 밝기가 계속 변화되고, 사람이 이동하는 방향에 따라 한쪽 얼굴은 어두워지고 다른 쪽 얼굴은 밝아지는 현상이 빈발하며 특히, 사람 얼굴의 반사 특성이 땀 등과 같은 분비물에 의해 불균일한 특성을 가지고 있어 얼굴 전체의 균일한 조명 변화를 기대하는 것이 매우 어렵다.

<15> 즉, 조명의 밝기에 따라 컬러 분포가 변화되어 균일한 조명변화에 대해 정규화되고 고정된 컬러 모델을 사용하는 종래의 기술들에는 영상 추적 시 한계가 있는 문제점이 있었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <16> 본 발명은 상기된 문제점을 극복하기 위하여 안출된 것으로서, 조명의 불규칙적인 변화 및 급작스런 변화에 강인한 컬러정보를 사용한 영상 추적방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.
- <17> 본 발명의 다른 목적은 카메라에서 사용한 촬상 소자의 특성을 분석하고 그 결과를 스플라인 커브(B-Spline Curve)로 모델링하여 실시간 영상 추적이 가능하고 빠른 목표물의 이동에 적응할 수 있는 컬러정보를 사용한 영상 추적방법을 제공하는 데 있다.
- <18> 본 발명에서는 종래의 컬러정보를 사용한 영상 추적 알고리즘이 목표물의 불균일하거나 불규칙적인 조명변화에 적응하지 못하는 단점을 해결하기 위해 카메라의 촬상 소자(CCD 혹은 CMOS)의 밝기별 특성을 미리 분석하고 모델링하여 사용한 영상 추적방법을 제안한다.
- <19> 또한, 본 발명은 영상 추적의 속도를 개선하기 위해 동작 가속도 예측기를 제안한다.

【발명의 구성 및 작용】

- <20> 이하 본 발명을 첨부된 도면 도 1 내지 도 5를 참고로 하여 설명하면 다음과 같다.
- <21> 도 1은 본 발명에 따른 영상 추적방법의 개념도이다.
- <22> 도 2는 본 발명에 의해 모델링된 밝기값에 대한 색상의 평균 그래프이다.
- <23> 도 3은 본 발명에 의해 모델링된 밝기값에 대한 색상의 교준편차 그래프이다.
- <24> 도 4는 본 발명에 의해 모델링된 밝기값에 대한 채도의 평균 그래프이다.
- <25> 도 5는 본 발명에 의해 모델링된 밝기값에 대한 채도의 표준편차 그래프이다.

- <26> 먼저 본 발명에 따른 영상추적 방법은 목표물의 삼차원 컬러 모델링 단계(S100), 최초 목표물을 감지하기 위한 목표물 감지 단계(S200), 영상 추적을 반복하는 영상추적 단계(S300)로 구성되며, 그 기본개념은 도 1과 같다.
- <27> 제 1 단계인 삼차원 컬러 모델링 단계(S100)는 삼차원 컬러 모델을 구축하기 위한 단계로 영상 추적을 시작하기 전에 미리 수행된다.
- <28> 상기 컬러 모델은 밝기 변화에 대한 목표물 색상의 평균과 표준오차, 채도의 평균과 표준오차를 표현하는 네 개의 이차함수로 구성되며, 네 개의 이차함수가 하나의 정규 분포 함수(Gaussian Function)로 구성된다.
- <29> 이를 위하여, 영상의 밝기 변화가 일어날 수 있는 전체 영역을 일정한 범위를 갖는 n개의 영역으로 구분하고 이웃한 두 영역을 이차곡선으로 근사함으로써 전체 영역에 대한 모델을 완성한다.
- <30> 이때 각 영역은 수학식 1과 같은 이차곡선으로 표현되고, 수학식 2, 수학식 3 및 수학식 4에 나타난 각 이차곡선의 경계조건 즉, 경계치 조건(수학식 2), 경계에서의 연속성 조건(수학식 3) 및 첫번째 곡선에 대한 이차 도함수 조건(수학식 4)들이 고려되어 모델이 구축된다.

<31> 【수학식 1】

$$f_i(x) = a_i \cdot x^2 + b_i \cdot x + c_i,$$

<32> 【수학식 2】

$$f_i(x_i) = a_i \cdot x_i^2 + b_i \cdot x_i + c_i = f(x_i), \quad i=1, 2, \dots, n-1.$$

<33>
$$f_i(x_{i+1}) = a_i \cdot x_{i+1}^2 + b_i \cdot x_{i+1} + c_i = f(x_{i+1}), \quad i=1, 2, \dots, n-1.$$

<34> 【수학식 3】

$$2 \cdot a_i \cdot x_{i+1} + b_i = 2 \cdot a_{i+1} \cdot x_{i+1} + b_{i+1}, \quad i=1, 2, \dots, n-1.$$

<35> 【수학식 4】

$$a_i = 0$$

<36> 이 때, x 는 해당화소의 밝기이고 $f(x)$ 는 밝기 x 에서의 색상의 평균 혹은 표준편차, 또한 채도의 평균 혹은 표준편차이다.

<37> 밝기에 대한 전체 구간을 5등분하는 경우 각 영역에 대해 얻어지는 이차곡선의 계수를 얻기 위한 관계식을 하나의 행렬식으로 정리하면 수학식 5와 같다.

<38> 이 때, (a_i, b_i, c_i) , $i = 1, 2, 3, 4$ 는 각 구간을 표현하는 이차곡선의 계수이다.

<39> 【수학식 5】

$$(b_1 \ c_1 \ a_2 \ b_2 \ c_2 \ a_3 \ b_3 \ c_3 \ a_4 \ b_4 \ c_4)^T = \begin{pmatrix} x_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & x_2^2 & x_2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & x_3^2 & x_3 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & x_4^2 & x_4 & 1 \\ x_2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & x_3^2 & x_3 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & x_4^2 & x_4 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & x_5^2 & x_5 & 1 \\ 1 & 0 & -2x_2 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2x_3 & 1 & 0 & -2x_3 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2x_4 & 1 & 0 & -2x_4 & -1 & 0 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} f(x_1) \\ f(x_2) \\ f(x_3) \\ f(x_4) \\ f(x_2) \\ f(x_3) \\ f(x_4) \\ f(x_5) \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

<40> 이와 같이 얻어진 네 개의 관계식에 기초하여 수학식 6, 수학식 7에 의해 삼차원 컬러 모델이 구축된다.

<41> 이때, $H_m(i)$, $0 \leq i \leq 255$: 색상의 평균 함수이고, $H_\sigma(i)$, $0 \leq i \leq 255$: 색상의 표준편차 함수이고, $S_m(i)$, $0 \leq i \leq 255$: 채도의 평균 함수이고, $S_\sigma(i)$, $0 \leq$

$i \leq 255$: 채도의 표준표차 함수이고, $M_{3D}(i)$, $0 \leq i \leq 255$: 삼차원 컬러 모델 함수라 가정하면, 삼차원 모델은,

<42> 【수학식 6】

$$H_m(i) - T_h \cdot H_o(i) \leq M_{3D}(i) \leq H_m(i) + T_h \cdot H_o(i)$$

<43> 【수학식 7】

$$S_m(i) - T_h \cdot S_o(i) \leq M_{3D}(i) \leq S_m(i) + T_h \cdot S_o(i) \text{의 관계에 의하여 구축된}$$

다.

<44> 제 2 단계인 목표물 감지 단계(S200)는 이전 영상과 현재 영상 사이의 차 (Difference) 영상을 사용하여 새로운 목표물이 출현하였는지를 판단하고, 앞에서 새롭게 제안된 컬러 모델을 적용하여 목표 영역을 찾은 후 목표 영역의 형상 분석을 통해 최종적으로 목표물의 영상 추적 여부를 결정하는 단계이다.

<45> 상기 형상 분석은 목표 영역의 대략적인 형상을 미리 입력하면 이와 실제 영상에서의 형상을 비교하는 방식으로, 사람 얼굴을 추적하는 경우는 달걀 모양의 형상으로, 공을 추적하는 경우는 원 형상으로 기준으로 하여 간단하게 윤곽선을 비교한다.

<46> 제 3 단계인 영상추적 단계(S300)는 감지된 목표영역을 연속적으로 추적하는 단계이다.

<47> 상기 제 3 단계에서는 구축된 컬러 모델을 사용하여 임의의 화소(Pixel)가 목표 영역에 해방되는지를 계속 조사하고 판단하되, 목표 영역의 움직임을 추정하여 목표물의 운동속도에 적용할 수 있도록 해야 한다.

<48> 움직임 예측을 위해서는 칼만 필터(Kalman Filter)를 사용한 기술이 사용될 수도

있으나, 이 경우 연산량이 많아 속도가 느려지고 과거의 많은 정보를 이용하기 때문에 갑작스런 운동시 순간적인 적응이 어렵다는 단점을 가지고 있다.

<49> 이를 해결하기 위하여 본 발명에서 사용하는 간단한 움직임 추적방법은 과거 세장의 영상 분석결과를 사용한 수학식 8과 같다.

<50> 【수학식 8】

$$P_{(m)}(i) = \frac{d\left(\frac{F_m(i-1)}{dt}\right)}{dt} \approx \frac{F_m(i-1) - 2 \cdot F_m(i-2) + F_m(i-3)}{\Delta t \cdot \Delta t}$$

<51> 여기서 $P_m(i)$ 는 i-번째 영상에서 목표영역의 추정 가속도이고, $F_m(i)$ 는 i-번째 영상에서 목표영역의 위치이며, Δt 는 i-번째 영상과 (i-1)-번째 영상간의 시간 차이이다.

<52> 본 발명에 의하여 다양한 조명 조건하에서 얼굴 추적을 위해 모델링된 네 개의 곡선이 도 2 내지 도 5이다.

<53> 도 2 내지 도 5에서 가로축은 밝기 값을 나타내고, 세로축은 모델링된 색상의 평균과 표준편차 및 채도의 평균과 표준편차 값을 각각 나타낸다.

<54> 본 발명에 의하면, 천장의 형광등에 대한 상대적인 위치에 따라 얼굴의 밝기가 변화되며 조명이 갑자기 매우 어두워진 상태에서의 추적 결과도 볼 수 있다.

【발명의 효과】

<55> 이상에서와 같이, 본 발명은 카메라를 사용하여 특정 컬러를 갖는 목표물 추적 시 불균일하거나 불규칙적인 조명의 변화에 적응하면서 수행할 수 있는 것으로서, 즉 다양한 밝기에서 획득된 영상을 분석하여 목표물에 대한 영상 카메라의 촬상 특성을 미리 삼차원 모델로 구축함으로써 조명변화에 대한 신뢰성을 확보하고 목표물의 운동속도 변화에 적응하기 위해 연산량의 적은 간단한 가속도 추정기를 사용하여, 방송, 무인 감시 시

스텝, 보안 시스템, 통신망을 통한 원격 회의, 무인 비행체의 제어, 무인 도킹(Docking) 시스템 등 다양한 응용분야에서 사용될 수 있는 효과가 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

다양한 밝기에서 획득된 영상을 분석하여 목표물에 대한 영상 카메라의 촬상 특성을 삼차원 모델로 구축하는 삼차원 컬러 모델링 단계(S100)와,

이전 영상과 현재 영상 사이의 차 영상을 사용하여 새로운 목표물이 출현하였는지를 판단하고, 상기 삼차원 컬러 모델링 단계(S100)에서의 컬러 모델을 적용하여 목표 영역을 찾은 후 목표 영역의 형상분석을 통해 목표물의 추적 여부를 결정하는 목표물 감지 단계(S200)와,

상기 컬러 모델을 사용하여 임의의 화소가 목표 영역에 해당되는지를 조사하고 판단하여 목표 영역의 움직임을 추정하여 목표물의 운동속도에 적응할 수 있도록 하는 영상추적 단계(S300)를 포함하는 것을 특징으로 하는 컬러정보를 사용한 영상 추적방법.

【청구항 2】

목표물 색상의 평균과 표준오차, 채도의 평균과 표준오차를 표현하는 네 개의 이차함수로 구성하되, 영상의 밝기 변화가 일어날 수 있는 전체 영역을 일정한 범위를 갖는 n개의 영역으로 구분하고 각 영역을 이차곡선으로 근사하여, 상기 네 개의 이차함수가 하나의 정규분포 함수(Gaussian Function)를 구성하도록 하고 전체 영역에 대한 삼차원 컬러 모델을 완성하는 삼차원 컬러 모델링 단계(S100)와,

이전 영상과 현재 영상 사이의 차 영상을 사용하여 새로운 목표물이 출현하였는지를 판단하고, 상기 삼차원 컬러 모델링 단계(S100)에서의 컬러 모델을 적용하여 목표 영역을 찾은 후 목표 영역의 형상분석을 통해 목표물의 추적 여부를 결정하는 목표물 감지

단계(S200)와,

상기 컬러 모델을 사용하여 임의의 화소가 목표 영역에 해당되는지를 조사하고 판단하되, 목표 영역의 움직임을 추정하여 목표물의 운동속도에 적응할 수 있도록 하는 영상추적 단계(S300)를 포함하는 것을 특징으로 하는 컬러정보를 사용한 영상 추적방법.

【청구항 3】

청구항 2에 있어서, 상기 삼차원 컬러 모델링 단계(S100)에서의 삼차원 컬러 모델은,

$H_m(i)$, $0 \leq i \leq 255$: 색상의 평균 함수이고, $H_\sigma(i)$, $0 \leq i \leq 255$: 색상의 표준편차 함수이고, $S_m(i)$, $0 \leq i \leq 255$: 채도의 평균 함수이고, $S_\sigma(i)$, $0 \leq i \leq 255$: 채도의 표준편차 함수이고, $M_{3D}(i)$, $0 \leq i \leq 255$: 삼차원 컬러 모델 함수인 경우,

【수학식 9】

$$H_m(i) - T_h \cdot H_\sigma(i) \leq M_{3D}(i) \leq H_m(i) + T_h \cdot H_\sigma(i),$$

【수학식 10】

$$S_m(i) - T_h \cdot S_\sigma(i) \leq M_{3D}(i) \leq S_m(i) + T_h \cdot S_\sigma(i) \text{의 관계에 의하여 구축됨}$$

을 특징으로 하는 컬러정보를 사용한 영상 추적방법.

【청구항 4】

청구항 2에 있어서, 상기 영상추적 단계(S300)에서의 목표영역 추정 가속도는,

i - 번째 영상에서 목표영역의 추정 가속도이고, $F_m(i)$ 는 i -번째 영상에서 목표영역의 위치이며, Δt 는 i -번째 영상과 $(i-1)$ -번째 영상간의 시간 차이인 경우,

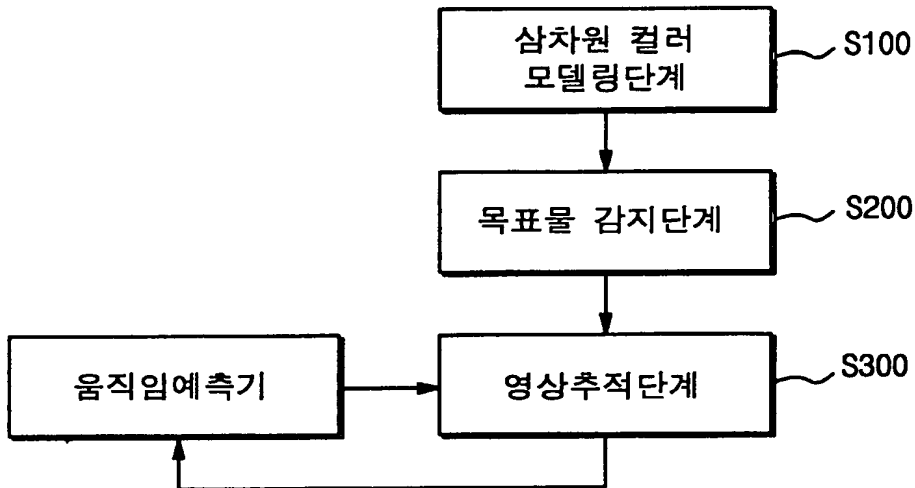
【수학식 11】

$$P_{(m)}(i) = \frac{d\left(\frac{F_m(i-1)}{dt}\right)}{dt} \approx \frac{F_m(i-1) - 2 \cdot F_m(i-2) + F_m(i-3)}{\Delta t \cdot \Delta t} \quad \text{임을 특징으로}$$

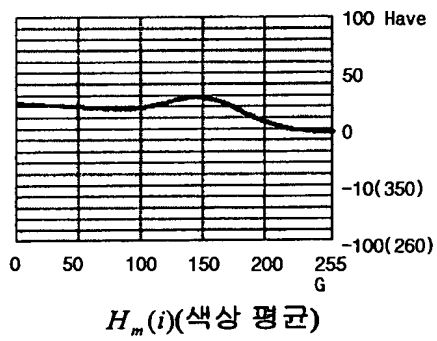
하는 컬러정보를 사용한 영상 추적방법.

【도면】

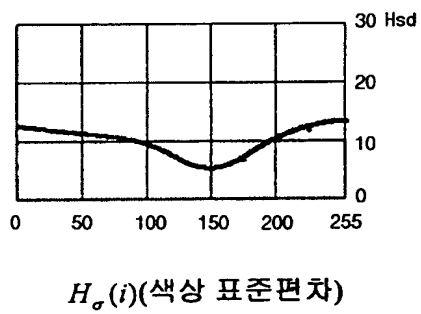
【도 1】



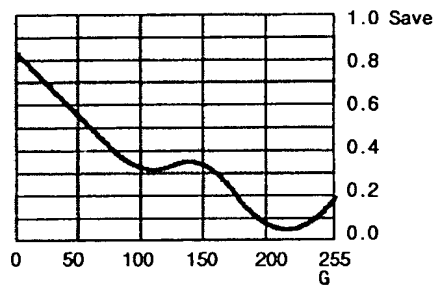
【도 2】



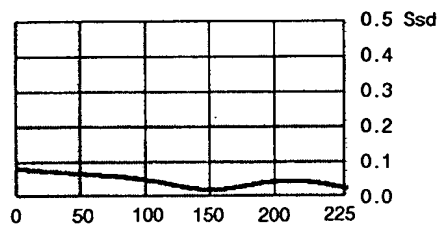
【도 3】



【도 4】


 $S_m(i)$ (채도 평균)

【도 5】


 $S_\sigma(i)$ (채도 표준편차)